

**A influência do destreino em marcadores de risco cardiometabólico em adolescentes com sobrepeso**

Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de Mestre em Atividade Física e Saúde, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto ao abrigo do artigo 20º do Decreto-Lei Nº 74/2006 de 24 de Março.

**Orientador: Professor Doutor Daniel Gonçalves**

**Co-Orientador: Professor Doutor José Oliveira**

**Bruno Marques da Silva**

**Porto, 2017**

Silva, B. M. (2017). A influência do destreino em marcadores de risco cardiometabólico de adolescentes com sobrepeso. Porto: B, Silva. Dissertação de Mestrado em Atividade Física e saúde apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Palavras-chave:** OBESIDADE, ADOLESCENTES, DESTREINO, FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO

## **Agradecimentos**

Agora que finalizo esta empolgante e árdua jornada, gostaria de agradecer às pessoas que me apoiaram durante todo o processo e sem as quais não teria sido possível concretizar este meu objetivo. Por tudo isto agradeço:

Aos meus orientadores, Professor Doutor Daniel Gonçalves, Professor Doutor José Oliveira pela ajuda nas correções, sugestões, dedicação, paciência, profissionalismo e pelo incentivo;

Ao professor Joaquim Fontoura, pelo apoio prestado durante todo este protocolo de treino, quer na motivação, organização, como nas correções e procura de novas soluções;

Às instituições que possibilitaram a realização deste estudo (Escola Secundária João Gonçalves Zarco, Faculdade De Desporto Da Universidade Do Porto) bem como a disponibilidade de inúmero material que possibilitou que os treinos fossem mais ricos, específicos, profissionais e motivadores;

Aos meus alunos por toda a motivação por eles demonstrada, e pelo seu apoio ao longo de todo o ano;

Aos meus amigos por todas as vezes que me ouviram a falar sobre o assunto e me ajudavam na pesquisa de novos conhecimentos;

Aos meus colegas que frequentaram o mesmo estudo que eu, por todas as trocas de ideias, pesquisadas realizadas em conjunto e por toda a paciência;

À minha namorada por toda a sua paciência, ajuda, incentivo na realização deste estudo;

Aos meus pais, que são a minha base de apoio e sempre me apoiaram e incentivaram a seguir aquilo que mais gostava.

Um especial agradecimento a todos.



## Índice Geral

Agradecimentos .....	I
Resumo .....	VII
Abstract .....	IX
1. Introdução .....	1
1.1. Estrutura do trabalho .....	2
2. Revisão de literatura .....	3
2.1. Obesidade: definição e epidemiologia .....	3
2.2. Classificação da obesidade .....	5
2.3. Etiologia da obesidade na adolescência .....	7
2.4. Classificação do tecido adiposo .....	8
2.5. A obesidade na adolescência enquanto fator de risco para as doenças crônicas .....	10
2.6. O impacto do exercício físico na obesidade .....	11
2.7- O impacto do destreino na reversão dos benefícios promovidos pelo exercício físico .....	14
3. Objetivos .....	19
3.1. Objetivo Geral .....	19
3.2. Objetivo Específico .....	19
4. Material e métodos .....	21
4.1- Participantes .....	21
4.2. Programa de treino .....	22
4.3. Avaliação dos níveis de atividade física durante o período de ausência de programa de exercício .....	22
4.4. Avaliação dos parâmetros: antropométricos, bioquímicos e hemodinâmicos ....	23
4.5. Procedimentos Estatísticos .....	23
5. Resultados .....	25
5.1. Impacto do programa de treino e da sua interrupção nos fatores de risco cardiometabólicos .....	26
5.1.1. Composição corporal .....	26
5.1.2. Parâmetros bioquímicos .....	27
5.1.3. Parâmetros hemodinâmicos .....	27

5.2. Caracterização do nível de atividade física durante o período de ausência do programa.....	28
6. Discussão.....	29
7. Conclusão .....	33
8. Bibliografia.....	35
9. Anexos.....	41
9.1 Microciclo 1 - Treino 1 .....	41
9.2 Microciclo 1 – Treino 2.....	42
9.3 Microciclo 1 – Treino 3.....	43
9.4 Microciclo 2 – Treino 4.....	44
9.5 Microciclo 2 – Treino 5.....	45
9.6 Microciclo 2 – Treino 6.....	46
9.7. Questionário PAQ (Physical Activity and Physical Fitness Questionnaire) .....	47

## Índice de tabelas

Tabela 1-Técnicas de análise da composição corporal .....	5
Tabela 2-Classificação do Índice de Massa Corporal (Adaptado de OMS; 2001) .....	6
Tabela 3-Sistema de Classificação do IMC (adaptado de (Pertroski, 2007) .....	7
Tabela 4- Principais efeitos metabólicos do exercício físico sobre a obesidade infantil	12
Tabela 5- Efeito do destreino em fatores de risco cardiometabólicos .....	17
Tabela 6- Caracterização da Amostra .....	25
Tabela 7- Impacto do programa de treino nas variáveis antropométricas nos diferentes momentos de avaliação.....	26
Tabela 8-Impacto do programa de treino nos parâmetros bioquímicos, nos diferentes momentos de avaliação.....	27
Tabela 9- Impacto do programa de treino nos parâmetros hemodinâmicos, nos diferentes momentos de avaliação .....	28





## Resumo

**Introdução:** A prevalência do excesso de peso e a obesidade infantil atingiram, nestas últimas duas décadas, uma dimensão preocupante em todo o mundo. A Direção-Geral da Saúde mostra que mais de 35% das crianças com idades compreendidas entre os seis e os oito anos apresentam um índice de massa corporal superior ao recomendado para a sua idade e sexo, onde as implicações para a saúde são graves e encontram-se muito bem caracterizadas. A prática regular de exercício físico tem vindo a ser demonstrada como uma estratégia viável para o controlo do sobrepeso e obesidade em adolescentes. Todavia, tem havido provas de que diferentes tipos de exercício físico têm um impacto diferente na modulação dos fatores de risco cardiometabólico. Portanto, tem havido um grande esforço em otimizar as características dos programas de exercício de modo a potencializar os seus efeitos na variável de interesse. Estudos realizados em crianças obesas mostram que a utilização de treino combinado promove melhorias significativas na antropometria, em marcadores bioquímicos, em marcadores hemodinâmicos em menos tempo (total de treino) e com benefícios a serem observados mais precocemente do que nos programas de treino aeróbio ou resistido. No entanto pouco se sabe sobre a duração destes benefícios após a suspensão do programa (destreino). **Objetivo:** O presente estudo teve como finalidade avaliar o impacto da suspensão de um programa de treino em circuito de alta intensidade na reversão dos benefícios observados ao nível de factores de risco cardiometabólico. **Material e Métodos:** Para a caracterização do estado da arte, foi efetuada uma pesquisa na base de dados PubMed/Medline, que deu origem ao trabalho de revisão apresentado na primeira parte do presente estudo. Relativamente ao trabalho experimental, foram analisados dados de 11 adolescentes ( $16,7 \pm 0,9$  anos e  $28,5 \pm 3,7$  Kg $m^{-2}$ ) que participaram num programa de treino de alta intensidade em circuito (4 dias / semana, 60min./dia, 2,5 meses). Foram avaliadas antes da primeira sessão, no final do programa e depois das férias de verão (destreino), as seguintes variáveis: Peso Corporal (PC), Perímetro Abdominal (PA), Índice de Massa Corporal (IMC), % Gordura, Massa Gorda (MG), Massa Isenta de

Gordura (MIG), % Água Corporal Total (ACT), Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Triglicerídeos, Glicose, Colesterol, Lipoproteína de Alta Intensidade (HDL). **Resultados:** A revisão efetuada permite sugerir que o impacto do exercício físico aeróbio ou resistido sobre a composição corporal é limitado. Todavia, o treino combinado, particularmente o treino organizado em circuito de alta intensidade, parece ser eficaz no aumento da massa magra e redução da massa gorda. O nosso trabalho experimental mostra que o programa de treino em circuito de alta intensidade resultou em alterações significativas no peso corporal (-2,28%), IMC (-2,1%), MG (-14,6%), MIG (+4,51%), ACT (+4,56%), Colesterol total (-14,83%), HDL (+20,1%) mas a sua paragem (Destreino) resultou na reversão de todas as variáveis. **Conclusão:** O estudo sugere que o treino em circuito de alta intensidade induz melhorias significativas nos fatores de risco cardiometabólico, embora a sua suspensão (destreino) durante o período de férias tenha resultado na reversão desses benefícios.

**Palavras-chave:** OBESIDADE, ADOLESCENTES, DESTREINO, FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO

## Abstract

**Introduction:** Over the last two decades, the prevalence of overweight and child obesity has reached a worrying magnitude throughout the world. According to DGS in Portugal shows that more than 35% of children between the ages of six and eight years have a body mass index higher than the one recommended for their age and gender, where the health implications are serious and are very well characterized. The regular practice of physical exercise has been demonstrated as a viable strategy for the control of overweight and obesity in adolescents. However, there has been evidence that different types of physical exercise have a different impact on the modulation of cardiometabolic risk factors. Therefore, there has been a great effort in optimizing the characteristics of exercise programs in order to potentiate their effects on the variable of interest. Studies in obese children show that the use of combined training (high-intensity circuit training program) promotes significant improvements in anthropometry, biochemical and hemodynamic markers, in less total training time and with benefits to be observed earlier than in aerobic or resistance training programs. Nonetheless, little is known about how this type of training is maintained after its stoppage (detraining) in cardiometabolic risk markers of young adolescents with overweight or obesity. **Aims:** The present study aimed to evaluate the impact of the suspension of a high intensity circuit training program in reversing the benefits observed at the level of cardiometabolic risk factors. **Material and Methods:** For the development of the state of the art, a search was performed in the PubMed / Medline database, which gave rise to the review work presented in the first part of this study. Regarding the experimental work, a data analysis of 11 adolescents ( $16.7 \pm 0.9$  years and  $28.5 \pm 3.7$  Kg $m^{-2}$ ) was performed, who participated in a high-intensity circuit training program (4 days/week, 60min./day, 2,5 months). These adolescents were evaluated before the first session, at the end of the program and after the summer vacation (detraining), according to the following variables: Body Weight (BW), Abdominal Perimeter (AP), Body Mass Index (BMI), (%) fat, fat mass (FM), fat free mass (FFM), Total Body Water (TBW), Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP), Triglycerides, Glucose,

Cholesterol, High-density Lipoprotein (HDL). Results: The review suggests that the impact of aerobic or resisted physical exercise on body composition is limited. However, the combined training, namely the training organized in high intensity circuit, proves to be effective in increasing the lean mass and, consequently, in the reduction of fat mass. Our experimental work showed that the high intensity circuit training program resulted in significant changes in body weight (-2.28%), BMI (-2.1%), FM (-14.6%), FFM (+4.51%), TBW (+4.56%), Cholesterol (-14.83%), HDL (+ 20.1%) but the suspension of the program resulted in the reversion of all the improvements. **Conclusion:** Our study suggest that high-intensity circuit training induces significant improvements in cardiometabolic risk factors, contributing to the improvement of the health of overweight and obese adolescents, though their stopping reverses its benefits.

**Keywords:** OBESITY, ADOLESCENT, DETRAINING, CARDIOMETABOLIC RISK FACTORS.

## **Índice de símbolos e Abreviaturas**

AMPK- Adenosina Quinase  
ATP- Trifosfato de adenosina  
BIA- Bioimpedância elétricaelétrica  
CAMK- Calmodulina cinase  
DCV- Doença Cardiovascular  
DEXA- Dual-Energy X-ray Absorptiometry  
DRCC- Doença renal CrônicaCrônica  
HDLHDL- High Density Lipoprotein  
HIIT- High-intensity interval training  
IMC- Índice de massa corporal  
IOTF- International Obesity Task Force  
IRC- Doença Renal Terminal  
MM- Milímetro  
NHANES- National Health and Nutrition Examination Survey  
OMS- Organização Mundial de Saúde  
PA- Pressão Arterial  
PAQ- Physical Activity and Physical Fitness  
PCR- Proteína C-Reativa  
PKB- Proteína Quinase  
SAT- Gordura Adominal Subcutânea  
SPSS- Statistical Package for the Social Science  
TAAS- Tecido Adiposo Abdominal Subcutâneo  
TAAV- Tecido Adiposo Abdominal Visceral  
VAT- Gordura Abdominal Visceral



## 1. Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde (Organization, 2014), o excesso de peso e a obesidade infantil resultam da acumulação de gordura anormal ou excessiva que pode afetar a saúde das crianças. Apesar de todos os esforços já realizados, a prevalência do sobrepeso e obesidade continua a assumir valores alarmantes à escala mundial, tanto nos adultos como nos adolescentes, o que acarreta inúmeros efeitos nefastos para a saúde. A investigação tem mostrado que a obesidade infantil está relacionada a uma maior probabilidade de obesidade e incapacidade na vida adulta (Reilly & Kelly, 2011),(Organization, 2015a). Adicionalmente, encontra-se associada a um elevado risco de desenvolvimento de doenças crónicas como a diabetes tipo II, doenças cardiovasculares, alguns tipos de cancro, entre outras, sendo um importante fator de morbilidade e mortalidade (Beja, Ferrinho, & Craveiro, 2014) (Hariri & Thibault, 2010; Peters, 2014; Sarzani, Bordicchia, Spannella, Dessi-Fulgheri, & Fedecostante, 2014; Schmidt, 2012).

A atividade física é essencial na melhoria da aptidão cardiorrespiratória bem como na saúde global dos indivíduos. Os seus benefícios estão também associados a uma maior interação e envolvimento social das populações (Cavill, Kahlmeier, & Racioppi, 2008). O exercício físico provoca ainda alterações metabólicas, fisiológicas e hormonais em diferentes órgãos. Em contrapartida, a predominância do estilo de vida sedentário e, por consequência, a falta de exercício físico, promove o sobrepeso e obesidade desde idades precoces (WHO, 2015). De entre as várias estratégias usadas para combater a obesidade, a alteração dos estilos de vida com foco na atividade física, fazem parte da primeira linha de tratamento contra a obesidade (Gonçalves et al., 2014) e tem demonstrado resultados positivos no combate de diversas comorbilidade associadas (Pedersen & Saltin, 2006).

Vários estudos demonstraram maiores benefícios relacionados à saúde com o treino intervalado de alta intensidade (HIIT) em relação ao treino contínuo de intensidade moderada (MICT), (Ciolac, Bocchi, & Bortolotto, 2010; Moholdt, Amundsen, & Rustad, 2009; Tjonna, Lee, & Rognmo, 2008; Wisløff, Støylen, & Loennechen, 2007). Revisões sistemáticas recentes e meta-análises

relataram que o HIIT, em comparação com o treino contínuo de intensidade moderada, pode aumentar significativamente o consumo máximo de oxigênio em indivíduos com doenças cardiometabólicas induzidas pelo estilo de vida (Weston, Wisløff, & Coombes, 2014). Deste modo, o HIIT é um método promissor para reduzir os fatores de risco cardiometabólicos. No entanto, existe uma necessidade de estudar melhor os efeitos do treino combinado (programa em circuito de alta intensidade), que faz parte do treino combinado, e sobre o qual pouco se sabe. Igualmente importante será avaliar a duração da manutenção das melhorias obtidas, uma vez que com a suspensão dos programas as adaptações tendem a regredir. Sabendo da dificuldade que muitas vezes existe em manter a prática regular, seria importante perceber se a interrupção de um programa de exercício desta natureza durante um período longo (como nas férias de verão) é suficiente para mitigar as melhorias previamente obtidas. Portanto, no presente estudo, iremos avaliar o impacto da ausência de um programa de treino em circuito de alta intensidade na reversão das melhorias obtidas em fatores de risco cardiometabólicos.

### **1.1. Estrutura do trabalho**

Para responder a essa questão, o presente trabalho foi dividido em 5 capítulos. O capítulo 1 corresponde à introdução, onde é realizada a apresentação geral do presente trabalho. No capítulo 2, é apresentada a revisão de literatura, onde se procurou organizar a informação referente à obesidade, ao impacto do exercício físico nos fatores de risco cardiometabólicos de adolescentes com sobrepeso e obesidade, e uma breve revisão dos estudos que abordam a temática da reversão das adaptações promovidas pelo exercício. No capítulo 3, é apresentado o estudo experimental que realizamos, com o título “A influência do destreino em marcadores de risco cardiometabólicos de adolescentes com sobrepeso”. No capítulo 4, são apresentadas as conclusões do presente estudo. Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as referências bibliográficas que sustentaram a realização do presente trabalho.



## **2. Revisão de literatura**

### **2.1. Obesidade: definição e epidemiologia**

A obesidade é um síndrome complexo e multifatorial (Alberto, Teresa, & José, 2008) em que causas relacionados com o ambiente, os hábitos alimentares (French, Story, & Jeffery, 2001) o sedentarismo, o stress e as alterações do comportamento se associam com os fatores de ordem genética (Alberto et al., 2008). Trata-se de uma condição complexa que afeta todas as idades e grupos socioeconómicos e pode ser classificada como o resultado de um balanço energético positivo em condições de excesso de energia, definidas por uma abundância de alimentos ricos em calorias e baixa atividade física (Balistreri., Caruso., & Candore., 2010). Esse excesso de energia será armazenado sob a forma de triglicerídeos nos adipócitos, estando então na génese da expansão do tecido adiposo (Su-Hsin et al., 2012).

A prevalência do excesso de peso e a obesidade infantil atingiram, nestas últimas duas décadas, uma dimensão preocupante. Estima-se que no ano de 2013, 42 milhões de crianças com idade inferior a cinco anos apresentavam excesso de peso ou obesidade a nível mundial. Se a tendência atual persistir, prevê-se que em 2025 o número de crianças com peso elevado atinja os 70 milhões (Organization, 2015a, 2015b). Em Portugal, dados da Direção-Geral da Saúde (Saúde, 2015) mostram que mais de 35% das crianças com idades compreendidas entre os seis e os oito anos apresentam um índice de massa corporal (IMC) superior ao recomendado para a sua idade e sexo, sendo que mais de 14% das crianças são classificadas como sendo obesas. Os dados revelam ainda que na população entre os 10 e os 18 anos de idade, a prevalência de excesso de peso é superior a 30% ao passo que a de obesidade se aproxima dos 8% (Saúde, 2015).



## 2.2. Classificação da obesidade

Existem várias técnicas para estimar a quantidade de gordura corporal e, conseqüentemente, que poderão ser utilizadas para classificar a obesidade (Tabela 1). As técnicas duplamente indiretas, apesar de não serem as mais robustas, são consideradas mais simples, rápidas, de baixo custo e podem ser aplicadas em estudos populacionais (Rezende et al., 2007). Devido à sua extrema facilidade de utilização, o sistema de classificação que tem por base o índice de massa corporal (IMC), é de longe o mais utilizado. De acordo com a OMS, o sobrepeso e obesidade podem ser classificados de acordo com o IMC, sendo que um IMC elevado se encontra associado a maior risco relativo de doença comparado com as pessoas com o peso normal (tabela 2). Este índice é medido em Kg/m<sup>2</sup> e é obtido através da divisão do peso em (Kg) pela altura (em metros) elevada ao quadrado (Alberto et al., 2008).

**Tabela 1**-Técnicas de análise da composição corporal

	Método direto	Método indireto da composição corporal	Método duplamente indireto da composição corporal
(Mônica de Souza, Sant'Anna., Silvia Eloíza, Sylvia do Carmo, & Franceschini., 2009)	Dissecação física ou físico-química de cadáveres	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesagem hidrostática</li><li>• Hidrometria</li><li>• Plestimografia</li><li>• Absortometria radiológica de dupla energia (Dexa)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bioimpedância elétrica (BIA)</li><li>• Antropometria</li><li>• Índice de massa corporal (IMC)</li><li>• Pregas cutâneas</li><li>• Medidas de perímetros</li><li>• Índice de conicidade</li></ul>

**Tabela 2-**Classificação do Índice de Massa Corporal (Adaptado de OMS; 2001)

Índice de Massa Corporal	Níveis obesidade	Risco
<18,5	Baixo peso	Anorexia, bulimia, osteoporose, auto consumo de massa muscular, stress, ansiedade, e fadiga crônica.
18,5 – 24,9	Peso Normal	Em bom estado geral, boa vitalidade e boa aparência física.
25 – 29,9	Excesso de Peso	Fadiga, problemas digestivos, problemas circulatórios, varizes.
30-34,9	Obesidade Moderada (grau I)	Problemas respiratórios, cardíacos, e metabólicos.
35 – 39,9	Obesidade Grave (grau II)	Diabetes, hipertensão, ataques de coração, enfarte, artrite, derrames etc.
> 40	Obesidade Mórbida (grau III)	Todas as anteriores e o paciente pode deixar de se locomover e de realizar as mais simples atividades diárias.

Para crianças e adolescentes a OMS recomenda a utilização de outros pontos de corte, com uma criança a ser considerada com excesso de peso ou obesa quando o percentil (ajustado para idade e sexo) for maior ou igual a 85 e 95, respetivamente (Tabela 3). O IMC apresenta algumas limitações, principalmente para expressar a soma de todos os componentes do peso corporal (massa magra, massa óssea e massa gorda), sem qualquer capacidade de os diferenciar (Conde & Monteiro, 2006). Apesar disso, foi demonstrado que um IMC  $\geq$  ao percentil 99 identificou um subgrupo de jovens obesos com um perfil de fator de risco cardiovascular especialmente adverso, sendo que a relação com adiposidade na idade adulta era extremamente forte nesses indivíduos (Freedman, Mei, Srinivasan, Berenson, & Dietz, 2007).

A utilização de um percentil aceita uma métrica uniforme em todas as idades, de forma que o excesso de peso de um menino de 5 anos com um IMC no percentil 99 deve ser idêntico ao excesso de peso de um menino de 14 anos com um IMC no percentil 99, em relação à idade e sexo (Freedman et al., 2007). Além disso, sabe-se que um IMC elevado na infância está associado a um risco elevado de obesidade na idade adulta.(Singh, Mulder, Twisk, van Mechelen, & Chipanaw, 2008).

**Tabela 3-**Sistema de Classificação do IMC (adaptado de (Pertroski, 2007)

Recomendação	Terminologia	Limite do Corte
OMS	Risco de sobrepeso	IMC percentil 85 NHANES
	Obesidade	IMC percentil 95 NHANES

**Legenda:** OMS: Organização Mundial de Saúde; IMC: Índice de Massa Corporal; NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey*)

### 2.3. Etiologia da obesidade na adolescência

Apesar de o processo de desenvolvimento da obesidade não estar totalmente entendido, é globalmente aceite que a obesidade ocorre quando a ingestão calórica excede o gasto energético. Existem imensas etiologias para esse desequilíbrio, por isso, a problemática da obesidade não pode ser reduzida a um fator causal isolado. O mecanismo responsável pela acumulação de tecido adiposo é complexo e pode ser resultante de uma combinação de fatores genéticos, metabólicos, psicológicos, ambientais e comportamentais (Jouret & Tauber, 2001; Organization, 2000; Wardle, 2005). Por exemplo, em alguns casos, a obesidade infantil resulta de alterações em genes (ex: deficiência de produção de leptina), doenças subjacente como hipotireoidismo, ou iatrogénica pela utilização de determinados fármacos (ex:

corticoides) (Link et al., 2004). Contudo, na maior parte das vezes, são o estilo de vida e o ambiente cultural que interferem significativamente na obesidade.

O impacto dessas influências evolui à medida que as crianças se desenvolvem, sendo a adolescência um marco muito importante e influente nas escolhas relacionadas com um estilo de vida saudável, como os alimentos a consumir e a extensão e natureza da participação na atividade física (Badaly, 2013).

## **2.4. Classificação do tecido adiposo**

Os riscos de morbi-mortalidade correlacionados à massa magra e à massa gorda são distintos (Inadera, 2013; Kershaw & Flier, 2004). Avanços tecnológicos nos métodos para avaliação da composição corporal permitiram descrever a distribuição da gordura corporal, não só quanto à região (central ou periférica), mas também em termos de sua localização.

A acumulação de gordura na região abdominal destaca-se por ser um forte preditor de doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2, sendo um fator de risco independente da gordura total do corpo (Barker, 2004; Ben-Shlomo & Kuh, 2002; Brisbois, Farmer, & McCargar, 2012). O tecido adiposo abdominal é constituído por diferentes depósitos anatômicos: i) a gordura subcutânea (tecido adiposo abdominal subcutâneo, ou TAAS), encontrada logo abaixo da pele e que pode ser dividida em anterior/posterior; ii) a gordura intra-abdominal, que se divide em intraperitoneal e retroperitoneal. A gordura intraperitoneal, também designada de visceral (tecido adiposo abdominal visceral, ou TAAV), é composta pela gordura mesentérica e omental (Schroeder, Martorell, & Flores, 1999). Indivíduos com valores similares de IMC e percentual de gordura corporal podem apresentar quantidades de gordura intra-abdominal significativamente diferentes (Simões, Barbieri, & Silva, 2012).

Aproximadamente três-quartos do tecido adiposo abdominal visceral profundo encontra-se na metade posterior da parede abdominal (Organization., 2011) e possui uma forte correlação com o aumento da resistência à insulina.

Num estudo com adolescentes obesos insulino-resistentes, a gordura visceral em particular foi relacionada à formação precoce de resistência à insulina (Weiss et al., 2005).

Num outro estudo de 118 adolescentes obesos mostrou-se que, à medida que a gordura visceral aumentava, a gordura subcutânea diminuía (Cali & Caprio, 2009). Curiosamente, este perfil de adiposidade alta de gordura visceral e gordura subcutânea baixa, apresentou esteatose hepática, resistência à insulina e maior risco de síndrome metabólica. Ao contrário da gordura visceral, a camada superficial parece ter um efeito cardiometabólico benéfico em indivíduos com diabetes tipo 2 por ser mais sensível à insulina (Kaess et al., 2012; Organization., 2011).

Sabe-se hoje que o tecido adiposo não é apenas exclusivo para o armazenamento e mobilização de lípidos, mas também funciona como um órgão endócrino, na medida em que liberta substâncias designadas de adipocinas (Te Velde, Twisk, Van Mechelen, & Kemper, 2003). Vários estudos têm demonstrado uma relação entre a obesidade e a alteração das funções metabólica e endócrinas do tecido adiposo, comprovando que, em indivíduos obesos, o tecido adiposo aumenta a síntese de adipocinas (citocinas), com efeito pró-inflamatório, como o angiotensinogénio, o TNF- $\alpha$ , a interleucina 6 (IL-6), a leptina e outras, ao contrário do observado em indivíduos magros, em que os níveis destas citocinas não estão tão elevados (Bullo, Casas-Agustench, Migo-Correig, Aranceta, & Salas Salvado, 2007; Shah, Mehta, & Reilly, 2008). A resposta inflamatória associada à obesidade leva não meramente à elevação da expressão de adipocinas pró-inflamatórias, mas também à redução de adipocinas com propriedades anti-inflamatórias, como a adiponectina (Bullo et al., 2007). Contudo, quando o excesso de peso corporal é eliminado, há uma maior expressão nas adipocinas anti-inflamatórias, uma redução das pró-inflamatórias e uma melhoria na resposta à resistência à insulina (Shah et al., 2008).

## **2.5. A obesidade na adolescência enquanto fator de risco para as doenças crônicas**

As doenças crônicas contribuem hoje para cerca de 80% das mortes por doenças não comunicáveis e ocorrem em países de baixo e médio rendimento (Jorge, 2007). Doenças crônicas e obesidade estão ligadas por dois fatores de risco comuns: dietas não saudáveis e atividade física insuficiente (Organization, 2013a, 2013b). O volume da doença atribuível a dietas não saudáveis é especialmente elevado (Organization, 2013b). Por exemplo, juntamente com excesso de peso e pouca atividade física, a reduzida ingestão de frutas, vegetais, potássio, e o excesso de álcool e sódio são as grandes causas evitáveis de pressão arterial (PA) elevada, (Whelton et al., 2002). A obesidade é então um importante fator de risco para saúde, associada a maior mortalidade e morbidade, a custos mais elevados com os cuidados de saúde e complicações que afetam quase todos os sistemas de órgãos do organismo (Choudhary, Donnelly, Racadio, & Strife, 2007). Alguns casos de obesidade infantil são caracterizados por uma maior tendência para a resistência à insulina (Weiss & Kaufman, 2008), aumento do stress mecânico nas articulações com consequente desenvolvimento de problemas osteoarticulares (Kim, Hsieh, Soni, Zayzafoon, & Allison, 2013) e disfunção endotelial (Aggoun et al., 2008), sendo estas alterações precursoras de doenças crônicas importantes. O sobrepeso ou obesidade infantil está associado a resultados adversos a longo prazo. Estudos anteriores demonstraram que a obesidade na infância aumenta o risco de desenvolvimento de diabetes mellitus tipo II e doenças cardiovasculares (Baker, Olsen, & Sørensen, 2007; Franks et al., 2010; Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 2009; Must, Jacques, Dallal, Bajema, & Dietz, 1992; Schubert, Sun, Burns, Morrison, & Huang, 2009). A obesidade em adolescentes está também relacionada com fatores de risco cardiometabólico, que são precursores de doença cardiovascular e metabólica, como hipertensão, hiperlipidemia e resistência à insulina (Freedman, Katzmarzyk, Dietz, Srinivasan, & GS., 2009; Friedemann et al., 2012). Há menos informação



sobre as associações desses fatores de risco cardiometabólico com a obesidade em idades pré-escolares. Da mesma forma, ainda não está claro qual dos índices antropométricos disponíveis tem a correlação mais forte com fatores de risco cardiometabólicos nesta faixa etária (Garemo, Palsdottir, & Strandvik, 2006; Sijtsma et al., 2014). Na obesidade, compreende-se que nem todos os indivíduos têm risco de doença semelhante com base na sua adiposidade geral e que nem todos os indivíduos obesos manifestam os mesmos fatores de risco cardiometabólicos. (Nedungadi & D.J.Clegg., 2009). Atendendo às implicações da obesidade, em particular a longo prazo, torna-se importante definir medidas preventivas e de tratamento precoces (Baker, Farpour-Lambert, Nowicka, Pietrobelli, & Weiss, 2010; Holm, Gamborg, Bille, Ward, & Faerk, 2011).

## **2.6. O impacto do exercício físico na obesidade**

O exercício físico, independentemente do tipo de treino, mostra-se capaz de promover algumas adaptações positivas sobre a obesidade infantil, principalmente por atuar na melhoria da composição corporal. Contudo, a magnitude dessas melhorias varia consoante o tipo de exercício utilizado (aeróbio, resistido ou combinado) bem como com as características do programa de treino (ex: duração e intensidade). De um modo geral podemos verificar (tabela 4 e 5) que o treino combinado (exercícios aeróbicos e de força) parece ser a estratégia mais promissora, já que mostrou ser benéfico na redução da massa gorda e aumento da massa muscular em adolescentes obesos (A. Monteiro & Evangelista, 2010; P. Monteiro, Antunes, Silveira, Fernandes, & Freitas, 2013), e parece modular outros fatores de risco cardiometabólico tais como a pressão arterial, resistência à insulina, hiperglicemia, dislipidemia (Alkahtani, King, Hills, & Byrne, 2013).

**Tabela 4-** Principais efeitos metabólicos do exercício físico sobre a obesidade infantil

Referência	Tipo de exercício	Protocolo de exercício	Amostra	Resultados
(Vrablík, Dobiášová, Zlatohlávek, Urbanová, & Češka, 2014)	Treino de resistência e aeróbio	1 mês, 5 atividades diárias de 50 minutos cada uma ( jogos com bola, nadar, dançar, e caminhadas rápidas.	194 raparigas, 115 rapazes com idade média de 13 anos.	Peso-↓ IMC↓ PAstolica- ↓ PAdiastolica-↓ ↓Circunferencia da cintura -↓ C.Abdominal-↓ Massa gorda-↓ Ct-↓ Tg- ↓Ldl-↓ Hdl-↓ Insulina-↓
(Susann et al., 2016)	HIIT e associação entre a proteína de ligação de gordura adipócito (aFABP) e fatores de risco cardiometabólico	2 vezes por semana durante 6 meses.	20 e oito adolescentes (13-18 anos, IMC ≥ 90 percentil	relação cintura-altura -↓ MG-↓(-2,0%) PAS- ↓(-0,69%)
(Sijie, Cheng, Mingyang, & Lunan, 2017)	Atividade física aerobia com intensidade moderada	10 semanas de treino de 60 minutos, e 50 sessões de treino no total.	42 crianças obesas e 62 crianças magras.	Massa corporal-0.15%↑Imc-0.67%↓C.cintura-1.74%↓ Massa gorda- 2.04%↓MM-0.50% ↓ Massa Muscular-0.66%↑ PAstolica-7.67%↓PAdiastolica-2.05% ↓
(Alberga et al., 2015)	Aeróbio, Resistência ou ambos sobre a gordura abdominal subcutânea (SAT) e visceral (VAT)	22 semanas treino aeróbio, treino de resistência, treino combinado ou um controlo sem exercício.	304 adolescentes com sobrepeso (índice de massa corporal (IMC) ≥ 85º percentil para idade e sexo + fator de risco para diabetes) ou obesidade (≥ 95º percentil IMC) com idade 14-18 anos	Treino aeróbio-Gordura abdominal subcutânea -↓ Treino de Resistência-Gordura abdominal subcutânea ↓ Treino combinado-níveis de apolipoproteínas ↓.
(Lee.; et al., 2012)	Exercício aeróbio e resistência	Três vezes por semana durante 60 min / sessão durante 3 meses.	12 -18 anos	MM-2.11% ↑; % MG -2.6%↓; IMC-0.5% ↓; VO2max-0.9%↑; PC ↓; A.Subcutaneo-0.5%↓; G.Visceral-0,2%↓-
(Zorba, Cengiz, & Karacabey, 2011)	Aeróbico e atividades recreacionais	12 semanas de exercício aeróbico, de exercícios de caminhada e corrida.	40 crianças obesas de 11 e 12 anos e com Índice de Massa Corporal (IMC) de pelo menos 30 kg / m2.	↓% G; ↓CT; ↓TG; ↓LDL; ↓Insulina; ↑HDL
(Andrew et al., 2015)	Treino intervalado de alta intensidade (HIIT) vs treino de intensidade moderada contínua (MIT)	6 semanas de treino aeróbio com vários programas.	28 homens com excesso de peso, idade (20 ± 1,5 anos), índice de massa corporal (29,5 ± 3,3 kg / m2)	MG-1.06%↓;VO2-1.95%↓;CT-10.8%↓; TG-26.4%↓;MVLDL-7.2%↓-MHDL-2.7%IS-0.71%↓

(Oliveira et al., 2016)	Comparar o efeito do treino combinado e treino funcional em circuito+aeróbio na composição corporal de adolescentes com obesidade.	Duração: 20 semanas Sessão de Treino: Treino resistido + 30min treino aeróbio Intensidade: Treino resistido: 45-80%; Treino aeróbio: 65 a 85% VO2 max.	20 Adolescentes obesos sexo masculino.Treino Combinado- 8 Adolescentes Idade=13,4 ±1,0).Treino Funcional+aeróbio-12 Adolescentes idade= 13,0±1,1).	Peso corporal-↑0,10
		Duração: 20 semanas Sessão de Treino: Treino funcional em circuito + 30min treino aeróbio Intensidade: 65 a 85% Vo2 max.		%Gordura-↓9,2% Massa Gorda-↓8,9% Massa Magra-6,8% Peso corporal-0,88% %Gordura-↓7,9% Massa gorda-↓7,6% Massa Magra-↑9,0%

Legenda: PC-Peso corporal; MG-Massa gorda; PAS-Pressão arterial sistólica; IMC-Índice massa corporal; MM-Massa magra; VO2-volume de oxigênio; LDL- Lipoproteína de baixa densidade; HDL-Lipoproteína de alta densidade;TG-Triglicerídeos; CT-Colesterol Total; MVLDL- lipoproteína média de baixa densidade; MHDLD- Lipoproteína média de alta densidade; IS-Sensibilidade á insulina.

Seja qual for o motivo, o exercício físico regular diminui o risco cardiovascular e deve ser encorajado para todos dentro dos limites de cada indivíduo (Smith et al., 2006). De uma forma genérica, e após ver alguns estudos como (Alberga et al., 2015; Oliveira et al., 2016) em adolescentes com sobrepeso e obesidade podemos identificar aqueles que o tipo de exercício que parece alterar a composição corporal de forma mais significativa (aumento da massa magra e redução da massa gorda) nos adolescentes é o treino combinado (Oliveira et al., 2016). O treino de aeróbio parece ser eficaz na diminuição da massa gorda, frequência cardíaca em repouso e pressão arterial (Smith et al., 2006). Tem sido sugerido que o treino baseado em circuitos compostos por exercícios aeróbios e resistidos, calistênicos, com solicitação multiarticular e tempos de recuperação reduzidos, induzem uma sobrecarga significativa sobre os sistemas fisiológicos (Paoli et al., 2013), fazendo com que este método tenha então maior potencial comparativamente à utilização de um único modo de exercício (Marzolini, Oh, & Brooks, 2012; Paoli et al., 2010). O treino em circuito é composto por várias estações. Não existe nenhum protocolo ideal nem uma base científica para o número de estações do treino em circuito, mas

é muito importante que as grandes massas musculares sejam recrutadas (Klika & Jordan, 2013).

O tempo de recuperação entre uma estação e a seguinte é reduzido, consistindo no tempo necessário para fazer a transição do exercício, implicando que a sobrecarga funcional permanece alta. Esta forma de organizar o treino parece ser mais atrativa e motivante para os indivíduos que têm como objetivo maximizar o impacto de um programa de exercícios em tempo mínimo (Klika & Jordan, 2013). Portanto, considerando o impacto que o treino combinado, particularmente o treino por estações de alta intensidade, tem na composição corporal de adultos com sobrepeso e obesidade surge a conveniência em estudar o efeito deste tipo de treino em jovens adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

## **2.7- O impacto do destreino na reversão dos benefícios promovidos pelo exercício físico**

O sucesso de um programa de exercício esta dependente de vários aspectos, incluindo considerar os princípios fundamentais do treino (Zaryski & Smith, 2005), dos quais gostaríamos de destacar o princípio da reversibilidade. O princípio da reversibilidade diz-nos que, enquanto o treino físico regular resulta em várias adaptações fisiológicas que aumentam o desempenho atlético, a interrupção ou redução acentuada do treino resulta na reversão parcial ou completa dessas adaptações, comprometendo o desempenho atlético (I.; Mujika & Padilla, 2000). Por outras palavras, o princípio da reversibilidade corresponde ao destreino. É comum que um atleta tenha que interromper o seu processo de treino e/ou competição por motivo de doença, lesão, férias, entre outros motivos, o que pode resultar na redução ou cessação do seu nível habitual de atividade física (Fleck, 1994; Schneider, Arnold, & Martin, 1998). A cessação do treino implica uma descontinuação temporária ou o abandono completo de um programa sistemático de condicionamento físico. Em consequência, as adaptações cardiorrespiratórias, metabólicas, músculo-esqueléticas e neuro-motoras induzidas pelo treino são revertidas em graus variados ao longo do tempo (Garber et al., 2011). A velocidade e magnitude

dessa reversão depende de vários factores tais como o nível de treino, idade, duração do treino, atividade física habitual, grupos musculares envolvidos e fatores genéticos aumentam essa variabilidade (Garber et al., 2011). Por sua vez, a redução do volume de treino é uma redução padronizada não-progressiva na quantidade de treino (I. Mujika, 1998), que pode manter ou mesmo melhorar algumas das adaptações fisiológicas de desempenho obtidas com o treino, o que é conhecido como *taper* (Hickson & Rosenkoetter, 1981; JA.; Houmard, Tyndall, & Midyette, 1996; I. Mujika, 1998). Esta última tem como finalidade reduzir o stress fisiológico, psicológico do treino diário e otimizar o desempenho desportivo (JA. Houmard, 1991; Houmard & Johns, 1994).

No contexto do desporto de competição, estes conceitos estão bem esclarecidos. Contudo, é importante ter em consideração que o cumprimento desses mesmos conceitos e princípios do treino é igualmente relevante no âmbito dos programas de exercício físico para a promoção da saúde, o que nem sempre acontece. De facto, o sucesso ou insucesso de um programa de exercício para a saúde (por exemplo, para a redução do peso, melhoria do perfil lipídico, controlo da glicemia ou da tensão arterial) estará condicionado não só pelo tipo de estímulo (tipo de exercício físico), mas também pela manutenção do mesmo, que sendo insuficiente, condicionará a manutenção/regressão dos ganhos obtidos (Garber et al., 2011). Por exemplo, em adultos, está demonstrado que após cessação do treino, ocorre reversão de alterações benéficas ao nível da variabilidade da frequência cardíaca, função endotelial, lipoproteínas, tolerância oral à glicose, sensibilidade à insulina, composição corporal e marcadores de inflamação (Garber et al., 2011). Nos adolescentes, em particular com excesso de peso ou obesos, pouco se sabe (Tabela 4). Atendendo à dificuldade que é manter a adesão aos programas de exercício físico, seria importante perceber até quanto tempo após cessação do treino é possível manter as adaptações promovidas. Adicionalmente, é importante sublinhar que as características do destreino não são necessariamente idênticas em atletas altamente treinados, com formação de vários anos, com o objetivo de melhorar seu desempenho desportivo,

comparativamente a indivíduos previamente sedentários ou moderadamente ativos, que passaram a aderir a um programa de atividade física (I.; Mujika & Padilla, 2000). Assim, é limitado fazer extrapolações diretas do conhecimento adquirido no contexto do treino de atletas. No sentido de otimizar a prescrição de exercício para a saúde, torna-se fundamental conhecer de que modo o treino e as suas características (ex: duração, tipo, intensidade) influenciam a manutenção e/ou reversão das adaptações.

Na tabela 5 é apresentado um resumo dos estudos encontrados na literatura sobre o efeito do destreino nos fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes com excesso de peso ou obesos. Ao efetuar esta pesquisa verificamos que a literatura é pouco abundante, sendo que os poucos estudos realizados até à data apresentam grande variabilidade, o que limita o estabelecimento de conclusões sólidas. De facto, como pode ser verificado na tabela, existem diferenças em termos de idades, género, tipo de programa de exercício (tipo, duração e intensidade), duração do período de destreino e variáveis analisadas. Podemos ver que, de um modo geral, todos os diferentes programas promoveram melhorias nos factores de risco cardiometabólicos analisados. Parece também ser verificado que a magnitude dessas melhorias depende da duração e intensidade dos respectivos programas, embora atendendo ao limitado numero de estudos que incluímos na nossa revisão não seja possível definir qual o melhor programa para maximizar os benefícios.

Quanto à caracterização da reversão das adaptações promovidas pelo destreino, a análise crítica fica também comprometida pelo reduzido número de estudos encontrados. Podemos verificar por exemplo que 2 semanas de treino intervalado de alta intensidade promoveram reduções significativas na pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), que se mantiveram após 2 semanas de suspensão do programa de treino (Biggie & Elmarie, 2016). Pelo contrário, outros mais prolongados (12 a 24 semanas), utilizando exercício combinado, as melhorias ao nível da pressão arterial reverteram no final do período de destreino considerado (6 a 12 semanas) (Ingle, Sleaf, & Tolfrey, 2006; Jeon et al., 2013; Woo, Shin, Yoo, Park, & Kang, 2012). Em relação a outros marcadores de risco cardiometabólico como colesterol, triglicédeos,

percentagem de massa gorda, glicose e pressão arterial, mostrou-se que através do treino combinado realizado durante 12 semanas resultou em melhorias na percentagem de massa gorda, gordura corporal, pressão arterial sistólica, colesterol, triglicerídeos, glicose (Jeona.; et al., 2013). Contudo, após a sua suspensão durante 6 semanas, houve reversão de todas as melhoras com exceção da percentagem de gordura e massa gorda, resultados estes que corroboram outro estudo com treino aeróbio (Jinhee, Ki, Yoo.;, Soyoung, & Sunghwun, 2012).

Assim sendo, atendendo à lacuna identificada no estudo do efeito do destreino nesta população, parece ser justificado a realização de mais estudos com foco nos factores de risco cardiometabólicos.

**Tabela 5-** Efeito do destreino em fatores de risco cardiometabólicos

Referência	Tipo de exercício	Protocolo de exercício	Amostra	Resultados 1	Resultado 2 (Destreino)
(Biggie & Elmarie, 2016)	HIIT, sobre hipotensão pós-exercício	1: 10 x 1 min, semana 2: intervalos de 15 x 1 min a 90-95% de FCmax. Destreino: 2 semanas	20 jovens	PAS-↓ (s) PAD-↑ (ns)	PAS-↓ PAD-↓
(Jeona.; et al., 2013)	Programa de exercício combinado	12 semanas de treino de resistência e aeróbico) e seis semanas de "destreino". Resistência 2 vezes / semana, mais de 40 min / dia.	15 participantes foram divididos em dois grupos (grupo de treino (EG, n = 8) e grupo de controle (CG, n = 7)	IMC-↓ CC-↓ PMG-↓ PAS-↓ PAD-↑ TG-↓ HDL-↑ GLICOSE-↑ INSULINA-↓	IMC-↑ CC-↑ PMG-↑ PAS-↑ PAD-↓ TG-↑ HDL-↑ GLICOSE-↑ INSULINA-↑
(Jinhee et al., 2012)	Exercícios Aeróbios	Um programa de treino de 24 semanas e um destreino	20 crianças com sobrepeso foram atribuídos ao	Peso (kg)- ↑ MG-↓ PAS (mmHg)- ↓ PAD (mmHg)-	Peso (kg)- ↑ MG-↑ PAS (mmHg)- ↑ PAD (mmHg)- ↑ Triglicerídeos-↑

		de 12 semanas .	grupo (OW) e 20 crianças do sexo masculino com peso normal.	↓ Triglicerídeos- ↓ CT-↓ VO2-↑	CT-↑ VO2-↓
(Lee, Mike, & Keith, 2006)	Combinação de treino de resistência e pliometria	3x por semana durante 12 semanas de 60 a 75 minutos por sessão e um período de destreino de 12 semanas	54 participantes do sexo masculino, onde 33 meninos foram colocados aleatoriamente no grupo experimental e 21 meninos no grupo de controlo.	MG-↓ MM-↑ MC-↑	MG -↑ MM-↓ MC-↑
(Fazelifar., Ebrahim., & Sarkisian., 2013)	Treino simultâneo	Treino simultâneo de 12 semanas (3 dias / semana durante 30 minutos) e destreino de 4 semanas.	24 rapazes saudáveis (com idades entre 11 e 13 anos) com índice de massa corporal (IMC)> 28.	IMC-↓ RCQ-↓ Massa Gorda (kg)- ↓ VO2m-↑	IMC-↑ RCQ-↓ Massa Gorda (kg)- ↑ VO2m-↓

Legenda: CG-grupo de controlo; PAD-pressão arterial diastólica; EG- grupo de exercício; HDL-C, lipoproteína de alta densidade; LBM-Massa corporal magra; PMG-percentagem de massa gorda; PLB- percentagem de massa magra; PAS-pressão arterial sistólica; TG-Triglicerídeos; IMC-índice de massa corporal; RCQ-radio cintura quadril; CC- Circunferência da cintura; MG-Massa gorda; CT-Colesterol total; MM-Massa Magra; MC-Massa Corporal.



### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo Geral**

O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos/influência do destreino, aqui definido como ausência de um programa de exercício físico estruturado, na reversão das melhorias obtidas nos fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes com sobrepeso e obesos.

#### **3.2. Objetivo Específico**

Pretendeu-se analisar o impacto da ausência de um programa de exercício físico estruturado na reversão das melhorias obtidas por um programa de treino em circuito de alta intensidade ao nível de fatores de risco cardiometabólico, nomeadamente ao nível de parâmetros:

- antropométricos (IMC e composição corporal)
- bioquímicos (colesterol total, HDL, Glicemia, Triglicerídeos)
- hemodinâmicos (pressão arterial)



## **4. Material e métodos**

### **4.1-Participantes**

Este estudo de carácter longitudinal visou uma amostra voluntária de estudantes da Escola João Gonçalves Zarco (Matosinhos). Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: 1) frequentar o ensino secundário. Quanto aos critérios de exclusão, foram considerados: 1) presença de contraindicação para a realização de exercício físico; 2) a não entrega do consentimento informado e pedido de autorização, devidamente assinados pelos participantes e encarregado de educação. Todos os alunos com estas características foram convidados a integrar o programa de exercício físico, sendo que apenas 30 indivíduos se voluntariaram para participar. Destes, apenas 11 estiveram em todas as etapas consideradas para o presente trabalho: i) antes do programa de exercício; ii) imediatamente após o programa de exercício; iii) 6 meses após o fim do programa de exercício. Dos onze participantes, 9 eram do sexo feminino e 2 eram do sexo masculino, apresentando uma idade média de  $16,73 \pm 0,91$  e um IMC médio de  $28,5 \pm 3,67$  kg.m<sup>-2</sup>. Após recrutamento, os participantes preencheram questionários para caracterização geral. Os indivíduos que foram reavaliados 6 meses após o final do programa de exercício preencheram um questionário para caracterização dos níveis de atividade física durante esse período. Os participantes foram submetidos a avaliação da composição corporal, análises bioquímicas, e hemodinâmicas nas 3 etapas consideradas. O estudo foi realizado de acordo com a declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial.

## **4.2. Programa de treino**

O protocolo de treino teve uma duração de 10 semanas, com 3 sessões semanais de 60 minutos cada. Cada sessão de treino foi dividida em 3 partes: 1) aquecimento e mobilidade geral, 2) trabalho por estações com exercícios funcionais (ex: burpees, walking lunges, abdominais, remadas, squats, saltos á corda, etc.) e retorno à calma. Ao longo da intervenção foram utilizados vários microciclos, cada um repetido entre 4 a 5 semanas (ver anexo para mais informações sobre as sessões).

## **4.3. Avaliação dos níveis de atividade física durante o período de ausência de programa de exercício**

O final do programa de exercício coincidiu com o encerramento do ano lectivo (início de junho), tendo sido reiniciado em início de novembro. Onze participantes do programa reingressaram nesta altura, tendo então sido submetidos ao questionário PAQ (Physical Activity and Physical Fitness Questionnaire) que procurou caracterizar o nível de atividade física durante o período de encerramento (6 meses), bem como a intensidade e duração do deslocamento para a escola, atividades desportivas, tempo livre. A partir da informação recolhida, os participantes no estudo foram classificados de acordo com a frequência e intensidade dos exercícios realizados em: 1) inativos, se não realizaram nenhuma atividade física; 2) inadequadamente ativos, se realizam atividade física numa frequência de uma ou duas vezes ou duração inferior a uma hora por semana; 3) ativos, se realizam atividade física 3 vezes ou mais e duração superior a uma hora por semana.

#### **4.4. Avaliação dos parâmetros: antropométricos, bioquímicos e hemodinâmicos**

Todos os participantes foram submetidos à avaliação da composição corporal no mesmo dia, em condições semelhantes e pelo mesmo avaliador. A avaliação decorreu entre as 8:00 e as 10:00 da manhã e todos os participantes cumpriram com as recomendações necessárias: i) a não realização de atividade física no período anterior à medição, ii) a não ingestão de alimentos ou bebidas nas ultimas 2 horas ou substâncias diuréticas (incluindo cafeína), e iii) utilização de vestuário adequado e prático para as avaliações. A medição da altura foi efectuada com um estadiómetro (Holtain Ltd, Crymych, UK), e o perímetro abdominal foi avaliado com uma fita métrica normal graduada a cada 1mm, seguindo as recomendações da OMS, a medição foi efetuada no ponto médio entre o bordo inferior da última costela palpável e o bordo superior da crista ilíaca; no entanto, para efeitos práticos e diminuição da margem de erro, e de acordo com peritos e diversas instituições, propõe-se efetuar a medição na zona mais estreita do abdómen, conhecida por cintura natural, com a fita métrica colocada em plano paralelo ao pavimento, sempre no final do ciclo respiratório, isto é, no momento final de uma expiração normal e sem que a fita métrica exerça qualquer compressão sobre a pele mas fique a ela ajustada. O Peso e composição corporal foi avaliada por bioimpedância elétrica (Tanita, modelo BC-418 Segmental Body Composition Analyzer). A recolha de sangue foi feita em jejum para a análise dos vários parâmetros que foi feita por enfermeiros. Recolheu-se aproximadamente 6 mL de sangue para um tubo com EDTA para separação de plasma. De seguida, o sangue foi centrifugado durante 10 minutos a 5000 rpm de modo a separar o plasma, o qual foi armazenado a -80° C para posterior análise bioquímica. Através de um autoanalisador (PRESTIGE 24i, Cormay PZ) procedeu-se à quantificação dos níveis de: glicose, colesterol, triglicerídeos, HDL e LDL.

#### **4.5. Procedimentos Estatísticos**

O tratamento estatístico dos dados foi realizado recorrendo ao programa Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 23. A normalidade da

distribuição da nossa amostra foi avaliada através do teste de Kolmogov-Smirnoff. Em caso de distribuição normal, as variáveis foram analisadas através do modelo linear de medidas repetidas, de modo a verificar as diferenças ao longo do tempo. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando o valor de P foi inferior a 0,05.

## 5. Resultados

Para a análise dos resultados, foram considerados apenas os dados dos participantes que realizaram todos os momentos de avaliação definidos, o que resultou numa amostra final constituída por 13 indivíduos (11 do sexo feminino e 2 do sexo masculino). Dos 13 indivíduos, 2 não efetuaram avaliação antropométrica, os restantes membros efetuaram todas as avaliações de todas as fases. Na tabela 6 são apresentadas as características gerais dos participantes no momento da entrada no estudo.

**Tabela 6-** Caracterização da Amostra

	Mínimo	Máximo	Média $\pm$ DP
Idade	15	18	16,7 $\pm$ 0,9
Altura(cm)	157,87	182,25	166,3 $\pm$ 8,2
Peso (Kg)	69,1	110,4	78,9 $\pm$ 13,1
PA (cm)	85	119	93,9 $\pm$ 11,1
IMC (Kg)	25,0	36,9	28,5 $\pm$ 3,7
%Gordura (Kg)	26,3	42,2	35,5 $\pm$ 4,6
Massa Gorda (Kg)	21,8	39,4	28,0 $\pm$ 5,7
Massa Magra (Kg)	41,5	71,0	50,9 $\pm$ 9,5
ACT (%)	30,4	52,0	37,3 $\pm$ 6,9
PAS (mmHg)	105	153	125,4 $\pm$ 15,7
PAD (mmHg)	49	75	61,8 $\pm$ 8,7
FC (bpm)	62	83	72,2 $\pm$ 6,6

**Legenda:** PA, perímetro abdominal; IMC, índice de massa corporal; ACT, água corporal total; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; FC, frequência cardíaca. Dados correspondem a valores médios $\pm$ desvio padrão.

## 5.1. Impacto do programa de treino e da sua interrupção nos fatores de risco cardiometabólicos

### 5.1.1. Composição corporal

Como podemos verificar na Tabela 7, o programa de treino resultou numa redução significativa do peso corporal (- 2,28%,  $p<0,05$ ), do IMC (-2,1%,  $p<0,05$ ) e massa gorda (- 14,6%,  $p<0,05$ ). Resultou ainda num aumento significativo da massa isenta de gordura (+4,51%,  $p<0,05$ ). Quanto ao perímetro abdominal e percentagem de massa gorda, apesar de terem diminuído, não foi uma alteração estatisticamente significativa (-12,95% e - 11,5%, respectivamente;  $P>0.05$ ). Todas as melhorias observadas na composição corporal reverteram na totalidade após o período de interrupção do programa, com a massa isenta de gordura a diminuir significativamente quando comparada com o 2º momento ( $P<0.05$ ).

**Tabela 7-** Impacto do programa de treino nas variáveis antropométricas nos diferentes momentos de avaliação

Variável	1 momento- (inicial)	2 momento- ( fim do programa)	3 momento- (Destreino)
<b>P.Abdominal (cm)</b>	93,97±11,1	81,8±10,4	91,4±11,2
<b>Peso corporal (Kg)</b>	78,9±13,1	77,1±12,8*	77±14,7
<b>IMC (kg)</b>	28,5±3,7	27,9±3,6*	28±4,3
<b>Gordura (%)</b>	35,5±4,6	31,4±4,6	33,1±6,3
<b>Massa Gorda (%)</b>	28,0±5,7	23,9±5,1*	25,6±7,8
<b>M.Isenta gordura (kg)</b>	50,9±9,5	53,2±9,8*	51,8±9,6 #

**Legenda:** Perímetro Abdominal; Peso corporal; Índice de massa corporal; Percentagem de Gordura; Massa gorda; Massa isenta de gordura; Água corporal; Dados correspondem a valores médios±desvio padrão. \* $P<0,05$  vs. 1ª avaliação, # $P<0,05$  vs. 2ª avaliação.



### 5.1.2. Parâmetros bioquímicos

Na tabela 8 são apresentados os valores da análise bioquímica. Quanto aos triglicerídeos e a glicose, verificou-se uma alteração não significativa entre a primeira e segunda avaliação ( $p>0,05$ ). O colesterol total apresentou uma redução significativa em relação ao primeiro momento (-14,83%,  $p<0,05$ ) e o HDL teve uma subida significativa do primeiro para o segundo momento (+20,1%,  $p<0,05$ ). Todas as melhorias observadas nos parâmetros bioquímicos reverteram na totalidade após o período de interrupção do programa.

**Tabela 8**-Impacto do programa de treino nos parâmetros bioquímicos, nos diferentes momentos de avaliação

Variável	1 momento- (inicial)	2 momento- (fim do programa)	3 momento-(Destreino)
Triglicerídeos (mg/dl)	95,3±34,5	76,3±37,1	123,4±202
Glicose (mmol/l)	85,6±5,8	85,8±6,3	82,9±7,1
Colesterol	178,7±15,4	152,2±23*	157±27,8
Hdl	32,8±6,0	39,4±6,3*	34,5±6,3

**Legenda:** Triglicerídeos; Glicose; Colesterol; HDL- Lipoproteína de alta densidade; Dados correspondem a valores médios±desvio padrão. \* $P<0,05$  vs. 1ª avaliação.

### 5.1.3. Parâmetros hemodinâmicos

Na tabela 9 são apresentados os resultados da avaliação hemodinâmica. A pressão arterial sistólica (-6,38%,  $p>0,05$ ), pressão arterial diastólica (-1,78%,  $p>0,05$ ) e frequência cardíaca (-1,10%,  $p>0,05$ ) apresentaram uma redução não significativa entre a primeira e segunda avaliação. Todas as melhorias observadas nos parâmetros hemodinâmicos reverteram após o período de interrupção do programa, com a pressão arterial

sistólica a ser significativamente superior do que no 2º momento (+8%,  $P<0,05$ ).

**Tabela 9-** Impacto do programa de treino nos parâmetros hemodinâmicos, nos diferentes momentos de avaliação

Variável	1 momento-(inicial)	2 momento-(fim do programa)	3 momento-(Destreino)
P.a. Sistólica(mmHg)	125,4±15,7	117,4±7,9	126,8±7,0#
P.a. Diastólica(mmHg)	61,8±8,7	60,7±4,8	66,2±6,9
Fr. Cardíaca (bpm)	72,1±6,6	71,3±6,9	72,6±6,7

**Legenda:** Pressão arterial sistólica; Pressão arterial diastólica; Frequência cardíaca; Dados correspondem a valores médios±desvio padrão, # $P<0,05$  vs. 2ª avaliação.

## 5.2. Caracterização do nível de atividade física durante o período de ausência do programa

A análise do questionário PAQ permitiu concluir que dos alunos que reiniciaram o programa de exercício após 6 meses, 5 (45,5%) foram ativos durante esse período, 3 (27,3 %) inadequadamente ativos, e 3 (27,3 %) inativos.

## 6. Discussão

No presente trabalho, quisemos avaliar o impacto da ausência de um programa de exercício físico estruturado, na reversão das melhorias obtidas nos fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes com sobrepeso e obesos. De um modo geral, verificamos que o programa de treino foi eficaz na melhoria da composição corporal (melhorou a massa magra e diminui a massa gorda), em parâmetros bioquímicos (redução do colesterol e aumento do HDL). Contudo, a ausência do programa, resultou numa reversão destes benefícios.

Os benefícios do exercício físico regular na prevenção do excesso de peso e obesidade são amplamente reconhecidos. Contudo, permanece por esclarecer qual o tipo de exercício mais adequado para maximizar esses efeitos. A literatura é vasta na apresentação de programas de exercício físico que induzem alterações variáveis ao nível da redução do peso e melhoria da composição corporal. Por exemplo, enquanto os programas que assentam no treino resistido parecem ser eficazes na diminuição da massa gorda (Kay & Fiantarone, 2006) e no aumento da massa magra (Willis et al., 2012), o treino aeróbio, parece resultar numa redução simultânea do peso corporal, massa gorda (Willis et al., 2012) e massa magra (Kong, Sun, Liu, & Shi, 2016). O treino resistido e o treino aeróbio, que são os tipos de exercício físico mais explorados no contexto da obesidade, mostram impacto reduzido na composição corporal (Stoner et al., 2016). Contudo, o treino combinado parece gerar mais efeito, mas o número de estudos existente é mais pequeno. Nos últimos tempos tem surgido conveniência no treino de alta intensidade em circuito, o qual comprovou ser rápido e eficaz a melhorar a composição corporal de adultos obesos (Trapp, Chisholm, Fruend, & Bouthcher, 2008), em que este tipo de programa promove melhorias nos fatores de risco cardiometabólicos semelhantes ao treino aeróbio ou de resistência, consumindo no entanto menos tempo total de treino, e com benefícios a serem observados mais precocemente (Contrò et al., 2017). O nosso trabalho vem corroborar esses estudos, mostrando que a eficácia deste tipo de treino também se observa em crianças. De facto, apenas 10 semanas de treino foi

possível melhorar significativamente vários factores de risco cardiometabólicos. Os possíveis mecanismos subjacentes às melhorias promovidas pelo treino em circuito de alta intensidade não foram alvo de estudo deste trabalho. Contudo, evidência de outros trabalhos sugere que os níveis mais elevados de catecolaminas circulantes podem potenciar a mobilização e consequente redução do tecido adiposo (Boutcher, 2011; Laforgia, Withers, & Gore, 2006)

Como foi possível observar no nosso estudo, após 6 meses de ausência de programa, todas as melhorias obtidas regrediram para valores basais. De notar que essa reversão ocorreu em todos os participantes, o que não deixa de ser curioso se tivermos em conta que cerca de 50% da nossa amostra reportou ter sido fisicamente ativa durante esse período. Num estudo anterior, mostrou-se que 2 semanas de treino intervalado de alta intensidade promoveram reduções significativas na pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), que se mantiveram após 2 semanas de suspensão do programa de treino (Biggie & Elmarie, 2016). Pelo contrário, outros mais prolongados (12 a 24 semanas), utilizando exercício combinado, as melhorias ao nível da pressão arterial reverteram no final do período de destreino considerado (6 a 12 semanas) (Ingle et al., 2006; Jeon et al., 2013; Woo et al., 2012). Em relação a outros marcadores de risco cardiometabólico como colesterol, triglicédeos, percentagem de massa gorda, glicose e pressão arterial, mostrou-se que através do treino combinado realizado durante 12 semanas resultou em melhorias na percentagem de massa gorda, gordura corporal, pressão arterial sistólica, colesterol, triglicédeos, glicose (Jeon et al., 2013). Contudo, após a sua suspensão durante 6 semanas, houve reversão de todas as melhoras com exceção da percentagem de gordura e massa gorda, resultados estes que corroboram outro estudo com treino aeróbio (Jinhee et al., 2012).

A perda de adaptações com a interrupção do programa de treino encontra-se associada ao princípio da reversibilidade, o qual indica que enquanto o treino físico regular resulta em várias adaptações fisiológicas que aumentam o desempenho, a interrupção ou redução acentuada do treino resulta na reversão parcial ou completa dessas adaptações (I.; Mujika & Padilla, 2000). Em consequência, as adaptações cardiorrespiratórias,

metabólicas, músculo-esqueléticas e neuro-motoras induzidas pelo treino são revertidas em graus variados ao longo do tempo (Garber et al., 2011). No contexto dos programas de exercício físico para a promoção da saúde (ex: para controlo de fatores de risco cardiometabólico), o seu sucesso estará assim condicionado não só pelo tipo de estímulo (tipo de exercício físico), mas também pela manutenção do mesmo, que sendo insuficiente, condicionará a manutenção/regressão dos ganhos obtidos (Garber et al., 2011), tal como verificamos no presente estudo. A velocidade e magnitude dessa reversão depende de vários factores que deverão ser futuramente estudados e que poderão incluir factores como o nível de treino, idade, duração do treino, atividade física habitual, grupos musculares envolvidos e fatores genéticos (Garber et al., 2011).

O presente estudo apresenta algumas limitações que gostaríamos de considerar. Primeiramente, não foram avaliados nem monitorizados os hábitos alimentares dos participantes, pelo que limita a imputação dos benefícios obtidos apenas ao programa de exercício. Segundo, a atividade física durante o período de ausência do programa foi medida por questionário (e não objetivamente com acelerometria). Por fim, por limitação de recursos, não foram obtidas medições repetidas ao longo do tempo de ausência do programa, o que seria importante para estabelecer o padrão de reversão das diferentes variáveis em análise. Este último ponto seria fundamental para perceber se a regressão das adaptações ao nível dos fatores de risco cardiometabólicos ocorre simultaneamente ou se estes apresentam velocidades e magnitude de alterações distintas. O esclarecimento desse padrão seria um ótimo acréscimo na optimização dos programas de prescrição de exercício para, por exemplo, incentivar à adesão.



## **7. Conclusão**

Concluimos no presente estudo que o exercício em circuito de alta intensidade, organizado em circuito, pode promover a melhoria de vários fatores de risco cardiometabólicos. No entanto, estes benefícios não se mantiveram na ausência do programa de treino, mesmo com a realização de atividade física regular não estruturada.





## 8. Bibliografia

- Aggoun, Y., Farpour-Lambert, N., Marchand, L., Golay, E., Maggio, A., & Beghetti, M. (2008). Impaired endothelial and smooth muscle functions and arterial stiffness appear before puberty in obese children and are associated with elevated ambulatory blood pressure. *Eur Heart J*, 29, 792-799.
- Alberga, A., D. P. h., GP, K., GS, G., S, H., R, G., . . . RJ, S. (2015). Effects of aerobic and resistance training on abdominal fat, apolipoproteins and high-sensitivity C-reactive protein in adolescents with obesity: the HEARTY randomized clinical trial. *International Journal of Obesity*, 39, 1494-1500.
- Alberto, G. T., Teresa, D., & José, P. L. R. (2008). *Obesidade, Prevenção e Terapêutica*.
- Alkahtani, S., King, N., Hills, A., & Byrne, N. (2013). Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *Springerplus*.
- Andrew, W., Brown., Michelle, M., Bohan, Brown., Amy, A., Corey, N., Leah, W., Holly, R., . . . David, B., Allison. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial Gordon Fishe. *Plos one*.
- Badaly, D. (2013). Peer Similarity and Influence for Weight-Related Outcomes in Adolescence: A Meta-Analytic Review *Clinical Psychology Review*, 33(1218-36).
- Baker, J., Farpour-Lambert, N., Nowicka, P., Pietrobelli, A., & Weiss, R. (2010). Childhood Obesity Task Force of the European Association for the Study of Obesity: Evaluation of the overweight/obese child - practical tips for the primary health care provider: recommendations from the Childhood Obesity Task Force of the European Association for the Study of Obesity. *Obes Facts*, 3, 131-137.
- Baker, J., Olsen, L., & Sørensen, T. (2007). Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*, 357(2329-37).
- Balistreri., C. R., Caruso., C., & Candore., G. (2010). The Role of Adipose Tissue and Adipokines in Obesity-Related Inflammatory Diseases *Mediators Inflamm*(802078).
- Barker, D. J. (2004). Developmental origins of adult health and disease. *J Epidemiol Community Health*, 58(114-5).
- Beja, A., Ferrinho, P., & Craveiro, I. (2014). Evolução da prevenção e combate à obesidade de crianças e jovens em Portugal ao nível do planeamento estratégico. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 32, 10-17.
- Ben-Shlomo, Y., & Kuh, D. (2002). A life course approach to chronic disease epidemiology: conceptual models, empirical challenges and interdisciplinary perspectives. *Int J Epidemiol*, 31(285-93).
- Biggie, b., & Elmarie, T. (2016). The training and detraining effect of high- intensity interval training on post- exercise hypotension in young overweight/obese women. *Eur J Appl Physiol*, 116, 77-84.
- Boutcher, S. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*.
- Brisbois, T., Farmer, A., & McCargar, L. (2012). Early markers of adult obesity: a review. *Obes Rev*, 13(347-67).
- Bullo, M., Casas-Agustench, P., Migo-Correig, P., Aranceta, J., & Salas Salvado, J. (2007). Inflammation, obesity and comorbidities: the role of diet. *Public Health Nutr*, 101164-72.
- Cali, A., & Caprio, S. (2009). Ectopic fat deposition and the metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Hormone Res Pediatrics*, 71.
- Cavill, N., Kahlmeier, S., & Racioppi, F. (2008). Actividade Física e Saúde na Europa. *Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer*.

Choudhary, A., Donnelly, L., Racadio, J., & Strife, J. (2007). Diseases associated with childhood obesity. *Am J Roentgenol*, 188, 1118-1130.

Ciolac, E., Bocchi, E., & Bortolotto, L. (2010). Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Hypertens Res*, 33(836-43).

Conde, W., & Monteiro, C. (2006). Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr Nurs*, 4(266-72).

Contrò, V., Bianco, A., Cooper, J., Sacco, A., Macchiarella, A., Traina, M., & Proia, P. (2017). Effects of different circuit training protocols on body mass, fat mass and blood parameters in overweight adults. *Journal of Biological Research*.

Fazelifar., S., Ebrahim., K., & Sarkisian., V. (2013). Effect of concurrent training and detraining on anti-inflammatory biomarker and physical fitness levels in obese children. *Rev Bras Med Esporte*, 19.

Fleck, S. (1994). Detraining: its effects on endurance and strength. *Strength Cond*, 16(22-8).

Franks, P., Hanson, R., Knowler, W., Sievers, M., Bennett, P., & Looker, H. (2010). Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med*, 362(485-93).

Freedman, D., Dietz, W., Srinivasan, S., & Berenson, G. (2009). Risk factors and adult body mass index among overweight children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 123(750-7).

Freedman, D., Katzmarzyk, P., Dietz, W., Srinivasan, S., & GS., B. (2009). Relation of body mass index and skinfold thicknesses to cardiovascular disease risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.*, 90(210-6).

Freedman, D., Mei, Z., Srinivasan, S., Berenson, G., & Dietz, W. (2007). Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediatr Nurs*, 150(12-17).

French, S., Story, M., & Jeffery, R. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Rev Public Health*, 22(309), 309-335.

Friedemann, C., Heneghan, C., Mahtani, K., Thompson, M., Perera, R., & Ward, A. (2012). Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ*.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., . . . American College of Sports, M. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7), 1334-1359. doi:10.1249/MSS.0b013e318213febf

Garemo, M., Palsdottir, V., & Strandvik, B. (2006). Metabolic markers in relation to nutrition and growth in healthy 4-y-old children in Sweden. *Am J Clin Nutr*, 5(1021-6).

Gonçalves, I., O., Maciel, E., Passos, E., Torrella., R., J., Rizo, D., . . . Magalhaes, J. (2014). Exercise alters liver mitochondria phospholipidomic profile and mitochondrial activity in non-alcoholic steatohepatitis. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*.

Hariri, N., & Thibault, L. (2010). High-fat diet-induced obesity in animal models. *Nutrition Research Reviews*, 23, 270-299.

Hickson, R., & Rosenkoetter, M. (1981). Reduced training frequencies and maintenance of increased aerobic power. *Med Sci Sports Exerc*, 13(13-6).

Holm, J., Gamborg, M., Bille, D., Ward, L., & Faerk, J. (2011). Chronic care treatment of obese children and adolescents. *Int J Pediatr Obes*, 6, 188-196.

Houmard, J. (1991). Impact of reduced training on performance in endurance athletes. *Sports Med*, 12, 380-393.

Houmard, J., & Johns, R. (1994). Effects of taper on swim performance: practical implications. *Sports Med*, 17(224-32).

- Houmard, J., Tyndall, G., & Midyette, J. (1996). Effect of reduced training and training cessation on insulin action and muscle GLUT-4. *J Appl Physiol*, 81(1162-8).
- Inadera, H. (2013). Developmental origins of obesity and type 2 diabetes: molecular aspects and role of chemicals. *Environ Health Prev Med*, 18(185-97).
- Ingle, L., Sleaf, M., & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *J Sports Sci*, 24(9), 987-997. doi:10.1080/02640410500457117
- Jeon, J. Y., Han, J., Kim, H. J., Park, M. S., Seo, D. Y., & Kwak, Y. S. (2013). The combined effects of physical exercise training and detraining on adiponectin in overweight and obese children. *Integr Med Res*, 2(4), 145-150. doi:10.1016/j.imr.2013.10.001
- Jeona., J.-Y., Jin, H., Hyun-Jun, K., Moon, S. P., Dae, Y. S., & Kwak., Y.-S. (2013). The combined effects of physical exercise training and detraining on adiponectin in overweight and obese children. *Integrative Medicine Research*, 2, 145-150.
- Jinhee, W., Ki, O. S., Yoo., J.-H., Soyoung, P., & Sunghwun, K. (2012). The effects of detraining on blood adipokines and antioxidant enzyme in Korean overweight children. *Eur J Pediatr*, 171, 235-243.
- Jorge, T. (2007). Global surveillance, prevention and control of CHRONIC RESPIRATORY DISEASES A comprehensive approach. *Direcção-Geral da Saúde*.
- Jouret, B., & Tauber, M. (2001). Quels sont les enfants à risqué de devenir des adultes obèses? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 36(117-22).
- Kaess, B., Pedley, A., Massaro, J., Murabito, J., Hoffmann, U., & Fox, C. (2012). The ratio of visceral to subcutaneous fat, a metric of body fat distribution, is a unique correlate of cardiometabolic risk. *Diabetologia*, 55, 2622-2630.
- Kay, S., & Fiantarone, s. M. (2006). The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Revista Obes*, 183-200.
- Kershaw, E., & Flier, J. (2004). Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab*, 89(2548-56).
- Kim, J., Hsieh, M., Soni, B., Zayzafoon, M., & Allison, D. (2013). Childhood obesity as a risk factor for bone fracture: a mechanistic study. *Obesity (Silver Spring)*, 21, 1459-1466.
- Klika, B., & Jordan, C. (2013). High Intensity Circuit Training Using Body Weight: Maximum Results With Minimal Investment. *ACSM's Health & Fitness Journal*.
- Kong, Sun, Z., Liu, M., & Shi, Q. (2016). Short Term High Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women. *Journal of Diabetes Research*.
- Laforgia, J., Withers, R., & Gore, C. (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *J Sports Sci*, 24(1247-64).
- Lee, I., Mike, S., & Keith, T. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sports Sciences*, 24, 987-997.
- Lee., S., Bacha., F., Hannon., T., L., J., Kuk., Boesch., C., & Arslanian., S. (2012). Effects of Aerobic Versus Resistance Exercise Without Caloric Restriction on Abdominal Fat, Intrahepatic Lipid, and Insulin Sensitivity in Obese Adolescent Boys. *A Randomized, Controlled Trial*, 2787-2795.
- Link, K., Moell, C., Garwicz, S., Cavallin-Stahl, E., Bjork, J., Thilen, U., . . . Erfurth, E. (2004). Growth hormone deficiency predicts cardiovascular risk in young adults treated for acute lymphoblastic leukemia in childhood. *J Clin Endocrinol Metab*, 89, 5003-5012.
- Marzolini, S., Oh, P., & Brooks, D. (2012). Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Cardiol*, 19, 81-94.

- Moholdt, T., Amundsen, B., & Rustad, L. (2009). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J*, 158(1031-7).
- Mônica de Souza, L., Sant'Anna, S., Silvia Eloíza, P., Sylvia do Carmo, C., & Franceschini. (2009). Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. *Rev Paul Pediatr*, 27(315-21).
- Monteiro, A., & Evangelista, A. (2010). Treinamento Funcional. *Uma Abordagem Prática*. São Paulo: Phorte Editora, 14-15.
- Monteiro, P., Antunes, B., Silveira, L., Fernandes, R., & Freitas, I. (2013). Efeito de um protocolo de treinamento concorrente sobre fatores de risco para o acúmulo de gordura hepática de adolescentes obesos. *Medicina*, 46(1), 17-23.
- Mujika, I. (1998). The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: a review. *Int J Sports Med*, 439-46.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations: Part II. Long term insufficient training stimulus. *Sports Med*, 30, 145-154.
- Must, A., Jacques, P., Dallal, G., Bajema, C., & Dietz, W. (1992). Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents: a follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med*, 327(1350-5).
- Nedungadi, T. P., & D.J.Clegg. (2009). Sexual dimorphism in body fat distribution and risk for cardiovascular diseases. *J. Cardiovasc. Transl. Res*, 2, 321-327.
- Oliveira, B., Rossi, F., Buonani, C., Diniz, T., Monteiro, P., Antunes, B., & Junior, I. (2016). Comparison between two models of training with regard to resting energy expenditure and body composition in obese adolescents. *Rev Bras Cineantropom Hum*.
- Organization, W. H. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. *Geneva: WHO*.
- Organization, W. H. (2013a). 10 facts on noncommunicable diseases.
- Organization, W. H. (2013b). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases.
- Organization, W. H. (2014). Commission on Ending Childhood Obesity: Frequently asked questions. Retrieved from <http://www.who.int/end-childhood-obesity/faq/en>
- Organization, W. H. (2015a). Media centre: Obesity and overweight. Retrieved from
- Organization, W. H. (2015b). Commission on Ending Childhood Obesity. Retrieved from
- Organization, W. H. (2011). Waist Circumference and Waist– Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation. *WHO Press: Geneva*.
- Paoli, A., Pacelli, F., Bargossi, A., Marcolin, G., Guzzinati, S., Neri, M., . . . Palma, A. (2010). Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. *J Sports Med Phys Fitness*, 50, 43-51.
- Paoli, A., Pacelli, Q., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Battaglia, G., & Bianco, A. (2013). Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids in Health and Disease*.
- Pedersen, B., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*(3-63).
- Pertroski, E. L. (2007). Diagnóstico de obesidade infantil. In C. A. Gráficas (Ed.), *Medidas de Avaliação* (pp. 53-77).
- Peters, R. (2014). Case Studies of Schools Exemplifying Wellness and Lifetime Fitness Models. *International Journal of Sport & Society*, 4, 55-69.
- Reilly, J., & Kelly, J. (2011). Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: Systematic review. *International Journal of Obesity*, 35, 891-898.

Sarzani, R., Bordicchia, M., Spannella, F., Dessi-Fulgheri, P., & Fedecostante, M. (2014). Hypertensive Heart Disease and Obesity: A complex interaction between hemodynamic and not hemodynamic factors. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, 21, 81-87. doi:10.1007/s40292-014-0054-3

Saúde, D.-G. d. (2015). A Saúde dos Portugueses: Perspetiva 2015.

Schmidt, S. (2012). Obesity and Exercise. *American College of Sports Medicine*.

Schneider, V., Arnold, B., & Martin, K. (1998). Detraining effects in college football players during the competitive season. *Strength Cond Res*, 12(42-5).

Schroeder, D., Martorell, R., & Flores, R. (1999). Infant and child growth and fatness and fat distribution in Guatemalan adults. *Am J Epidemiol*, 149, 177-185.

Schubert, C., Sun, S., Burns, T., Morrison, J., & Huang, T. (2009). Predictive ability of childhood metabolic components for adult metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Pediatr Obes*, 155.

Shah, A., Mehta, N., & Reilly, M. (2008). Adipose inflammation, insulin resistance, and cardiovascular disease. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 32(638-44).

Sijie, T., Cheng, C., Mingyang, S., & Lunan, X. (2017). Exercise Training Improved Body Composition, Cardiovascular Function, and Physical Fitness of 5-Year-Old Children With Obesity or Normal Body Mass. *Pediatric Exercise Science*, 29.

Sijtsma, A., Bocca, G., L'abée, C., Liem, E., Sauer, P., & Corpeleijn, E. (2014). Waist-to-height ratio, waist circumference and BMI as indicators of percentage fat mass and cardiometabolic risk factors in children aged 3–7 years. *Clin Nutr*, 33(311-5).

Simões, V., Barbieri, M., & Silva, A. (2012). Perinatal and early adulthood factors associated with adiposity. *Cad Saude Publica*, 28, 1381-1393.

Singh, A., Mulder, C., Twisk, J., van Mechelen, W., & Chohanaw, M. (2008). Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obes Rev*, 9(474-88).

Smith, S. J., Allen, J., Blair, S., Bonow, R., Brass, L., Fonarow, G., . . . Krumholz, H. (2006). AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update: endorsed by the National Heart, Lung, and Blood Institute. *Circulation*, 113(19), 2363-2372.

Stoner, L., Rowlands, D., Morrison, A., Credeur, D., Hamlin, M., Gaffney, K., & Matheson, A. (2016). Efficacy of Exercise Intervention for Weight Loss in Overweight and Obese Adolescents: Meta-Analysis and Implications. *Sports Med*, 1737-1751.

Su-Hsin, C., Tracey, S., Beason, J., Jean, M., Hunleth, A., G., & Colditz, A. (2012). A Systematic Review of Body Fat Distribution and Mortality in Older People. *Maturitas*, 72, 175-191.

Susann, B., Jakob, K., Sabine, H., Sandra, R., Yvonne, B., Andrea, G., . . . David, P. (2016). Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (aFABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents. *Metabolism*, 68, 77-87.

Te Velde, S., Twisk, J., Van Mechelen, W., & Kemper, H. (2003). Birth weight, adult body composition, and subcutaneous fat distribution. *Obes Res*, 11, 202-208.

Tjonna, A., Lee, S., & Rognmo, O. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 118(346-54).

Trapp, E., Chisholm, D., Fruend, J., & Bouthcher, S. (2008). The effects of high- intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes*, 684-691.

Vrablík, M., Dobiášová, M., Zlatohlávek, L., Urbanová, Z., & Česka, R. (2014). Biomarkers of cardiometabolic risk in obese/overweight children: effect of lifestyle intervention. *Physiol Res*, 63(743-52).

Wardle, J. (2005). Understanding the aetiology of childhood obesity: implications for treatment. *Proc Nutr Soc*, 64(73-9).

- Weiss, R., & Kaufman, F. (2008). Metabolic complications of childhood obesity: identifying and mitigating the risk. *Diabetes Care*, 31(10-316).
- Weiss, R., Taksali, S., Dufour, S., Yeckel, C., Papademetris, X., & Cline, G. (2005). The "obese insulin-sensitive" adolescent: importance of adiponectin and lipid partitioning. *J Clin Endocrinol Metabolism*, 90, 3731-3737.
- Weston, K., Wisløff, U., & Coombes, J. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48(1227-34).
- Whelton, P., He, J., Appel, L., Cutler, J., Havas, S., Kotchen, T., . . . Winston, M. (2002). Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. *JAMA*, 288(1882-8).
- WHO. (2015). Obesity and overweight.
- Willis, L., Slentz, C., Bateman, L., Shields, A., Piner, L., Bales, C., . . . Kraus, W. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults.
- Wisløff, U., Støylen, A., & Loennechen, J. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115(3086-94).
- Woo, J., Shin, K. O., Yoo, J. H., Park, S., & Kang, S. (2012). The effects of detraining on blood adipokines and antioxidant enzyme in Korean overweight children. *Eur J Pediatr*, 171(2), 235-243. doi:10.1007/s00431-011-1518-2
- Zaryski, C., & Smith, D. J. (2005). Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Curr Sports Med Rep*, 4(3), 165-170.
- Zorba, E., Cengiz, T., & Karacabey, K. (2011). Exercise training improves body composition, blood lipid profile and serum insulin levels in obese children. *EPIDEMIOLOGY AND CLINICAL MEDICINE*, 51(664-9).

## **9. Anexos**

### **9.1 Microciclo 1 - Treino 1**

- 1) Aquecimento com exercícios de mobilidade dinâmica durante 8 minutos, seguindo-se 6 minutos de mobilidade estática.
- 2) 12 minutos de técnica, de cada exercício a ser realizado durante o circuito.
- 3) Circuito composto por 3 estações, cada uma com 2 exercícios distintos. Alguns exercícios podem ter variações, consoante a dificuldade dos participantes.

Um minuto de descanso entre cada estação. Fazer o máximo de séries possíveis.

1ª estação: 50 saltos à corda e 15 sit ups (2 variações possíveis : 1) apoiar os pés no espaldar; 2) elevação do tronco até 45°);

2ª estação: 10 thrusters com halter (variação, realizar dois movimentos separadamente, agachamento e depois shoulder press) e 10 burpees (variação 1) uma perna de cada vez atrás/frente; 2) flexão de braços com o joelho no chão; 3) iniciar na posição agachada e voltar para essa posição antes de levantar;)

3ª estação: 10 push ups (variação: 1) apoiar os joelhos no chão) e 4x 15 shuttle run;

- 4) 10 Minutos de retorno à calma e alongamentos.

## 9.2 Microciclo 1 – Treino 2

- 1) Aquecimento com exercícios de mobilidade dinâmica durante 15 minutos, seguindo-se 7 minutos de mobilidade estática.
- 2) 10 minutos de técnica, de cada exercício a ser realizado durante o circuito.
- 3) Circuito composto por 2 estações, cada uma com 3 exercícios distintos. Alguns exercícios podem ter variações, consoante a dificuldade dos participantes.

Realizar 4 séries dentro de cada estação ou 6 minutos seguidos para terminar. Um minuto de descanso entre cada estação.

1ª estação: 2x15 metros bear crawl e 15 over head squat (OHS) com bastão (variação: apoiar o bastão nas costas).

2ª estação: 2 wall climb (variação: 5x flexão+prancha na posição inicial do wall climb;) e 20 walking lunge com carga acima da cabeça (variações: 1) sem carga; 2) fazer uma passada, ficar em pé, e depois a outra;)

- 4) 10 minutos de retorno à calma e alongamentos.



### 9.3 Microciclo 1 – Treino 3

- 1) Aquecimento com exercícios de mobilidade dinâmica durante 15 minutos, seguindo-se 7 minutos de mobilidade estática.
- 2) 7 minutos de técnica, dos exercícios realizados pela primeira vez.
- 3) Uma única estação composta por vários exercícios realizados em duplas.

Os exercícios podem ter variações, consoante a dificuldade dos participantes.

i) 100 saltos à corda;

ii) 50 up and down;

iii) 100 saltos à corda;

iv) 50 wall ball;

v) 100 saltos à corda;

vi) 50 shuttle run (Vai e vem = 1x);

vii) 100 saltos à corda;

(variações: 1) usar bolas de 2Kg; 2) diminuir o número de repetições e fazer duas voltas completas do circuito)

Por fim, retorno á calma 10 minutos.

#### **9.4 Microciclo 2 – Treino 4**

- 1) Aquecimento: 5 minutos - máximo número de repetições do circuito:  
(20 jumping jacks + 20 mountain climbers) + 5 minutos de mobilidade dinâmica e estática.
- 2) 10 minutos de técnica de cada exercício a realizar no circuito.
- 3) Circuito com 3 estações (8 minutos) + corrida (6 minutos):
  - i) 21-15-9 sumo deadlift high pull; 21-15-19 pushups; 7-5-3 vai e vem
  - ii) 15 pushpress com halter; 20 walking lunges; 25 abdominal v-ups
  - iii) 100 saltos à corda; 20 wall ball; 20 lombares solo;
- 4) Retorno à calma 10 minutos.

## 9.5 Microciclo 2 – Treino 5

### 1) Aquecimento:

- i) 5 minutos de mobilidade geral;
- ii) Aquecimento de 7 minutos com os seguintes exercícios: 3x (50'' isometria abdominal, 10m carrinho de mão, 20 situps em duplas, 10 pushup partner).

### 2) Técnica de todos os exercícios a realizar no circuito durante 10 minutos.

### 3) Circuito: 30'' on / 15'' off – máximo de repetições de cada exercício:

- i) Jump squats
  - ii) Triceps no banco
  - iii) KTB swing
  - iv) Abdominal com bola medicinal
  - v) Remada com halter unilateral
- ### 4) 10 minutos de retorno à calma;

## **9.6 Microciclo 2 – Treino 6**

- 1) Aquecimento com corrida, 6-8 minutos, seguido de 5 minutos de mobilidade dinâmica e estática.
- 2) 8 minutos de técnica de cada exercício a realizar no circuito.
- 3) Circuito: 3 estações realizadas em duplas:
  - i) 20 medicine ball clean + 20 hollow rocks
  - ii) 15 thruster com halteres + 10 burpees
  - iii) 10 russian KTB swing + 10 globet squat KTB
- 4) Por fim retorno à calma 10 minutos.

## 9.7. Questionário PAQ (Physical Activity and Physical Fitness Questionnaire)

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) M ( ) F Idade: \_\_\_\_anos Escola: \_\_\_\_\_

Para responderes a estas perguntas, tens que te lembrar das atividades físicas ou horas sem fazer atividade física nos últimos 3 meses:

### 1. DESLOCAMENTO PARA A ESCOLA:

( ) não vais ( ) andando ( ) bicicleta ( ) carro / outro transporte

Se andas, de bicicleta ou outro meio que gaste energia (patins, etc), quanto tempo gastas por dia somando ida e volta? \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana

### 2. AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA NA ESCOLA:

( ) não fazes ( ) 1 vez por semana ( ) 2 vezes por semana ( ) 3 vezes por semana

Tempo gasto ao fazeres exercícios: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ minutos por semana

### 3-ATIVIDADES FÍSICAS NAS FÉRIAS DE VERÃO DE 2016:

A) Fazes atividades físicas regulares ou algum desporto?

( ) nunca ou quase nunca ( ) algumas vezes ( ) sempre

B) Praticas atividades físicas intensas - que te deixam cansado, com a respiração difícil ou o coração acelerado (correr, bicicleta, natação, ou outro desporto):

Tipo de exercício: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

Tipo de exercício: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

Tipo de exercício: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

TOTAL: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

C) Praticas atividades físicas leves - que não te deixam muito cansado, nem com a respiração difícil ou o coração muito acelerado (caminhar, outras atividades – descreva):

Tipo de exercício: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

Tipo de exercício: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

Tipo de exercício: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

TOTAL: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ vezes por semana \_\_\_\_\_ vezes por mês

### 4-PERÍODOS SEM FAZER ATIVIDADE FÍSICA NAS FÉRIAS DE VERÃO DE 2016

(descreve o tempo que passas assistindo televisão, DVD, no computador, jogos de video, ao telefone, ou sem fazer nada)

Assistindo TV, vídeo ou DVD: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ horas por semana

Jogando no computador ou videogame: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ horas por semana  
 \_\_\_\_\_ horas por mês

Conversando ao telefone: \_\_\_\_\_ minutos por dia \_\_\_\_\_ horas por semana  
\_\_\_\_\_ horas por mês

O questionário que preenchestes caracteriza os teus hábitos de atividade física durante os meses de férias de verão?

A) Sim \_\_\_\_\_  
B) Não \_\_\_\_\_

[illegible]